



LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
Lahti University of Applied Sciences

Matchmoving

LAHDEN
AMMATTIKORKEAKOULU

Tekniikan ala
Mediatekniikan koulutusohjelma
Teknisen visualisoinnin suuntautumis-
vaihtoehto
Opinnäytetyö
Kevät 2013
Jere Virtanen

Lahden ammattikorkeakoulu

Mediatekniikan koulutusohjelma

Jere Virtanen:

Matchmoving

Mediatekniikan opinnäytetyö, 44 sivua, 1 liitesivua

Kevät 2013

TIIVISTELMÄ

Tämä opinnäytetyö käsittelee videotuotannossa käytettävää tekniikkaa, matchmovingia. Sitä käytetään kun tietokoneella tuotettuja elementtejä halutaan liittää videokuvaan. Opinnäytetyön kirjoitusosuuden on tarkoitus antaa käsitys siitä mitä matchmoving on, missä sitä käytetään ja kuinka se käytännössä tehdään. Opinnäytetyö rakentuu seuraavista osista: matchmovingin historia, matchmoving-työnkulku, tietoa matchmoving-ohjelmistoista, kuinka kamera toimii ja case.

Opinnäytetyön projektina toteutetaan lyhyt elokuvakohtaus, jossa matchmovingia käytetään halutun lopputuloksen saavuttamiseksi. Sen ei ole tarkoitus olla vain näyte siitä, mitä opinnäytetyö-prosessin aikana on opittu, vaan myös esimerkki siitä, että tietokone-efektien lisääminen elokuvaan onnistuu

Avainsanat: Matchmoving, camera tracking, träkkäys

Lahti University of Applied Sciences

Degree Programme in Media Technology

Virtanen Jere:

Matchmoving

Bachelor's Thesis in Media Technology 44 pages, 1 appendixes

Spring 2013

ABSTRACT

This thesis deals with a technique called matchmoving, which is used to add computer generated objects, such as 3D models and visual effects, into a live action footage. The theory part presents the technique itself and how it actually works. It is meant to give a basic idea about what matchmoving actually is, where it is used and how it is done. The thesis consists of a short history of the technique, the complete matchmoving workflow, information about matchmoving programs and the operation of cameras and the case part.

The case part is about a small movie project, where matchmoving is an important part of the development. The project was done in cooperation with another student. It is not only meant to be a sample of what was learned while doing this thesis, but also a good example that the techniques used to gain the final result are available to anyone who is interested in them.

Key words: matchmoving, camera tracking, camera solve, tracking

Sisällys

1	JOHDANTO	3
2	MATCHMOVING	4
2.1	Matchmoving käsitteenä	4
2.2	Käyttökohteet	5
2.3	Matchmovingin historia	7
2.4	Matchmoving-työnkulku	10
2.4.1	Suunnittelu	10
2.4.2	Informaation keräys kuvauspaikalla	10
2.4.3	Kameran träkkäys	11
2.4.4	Automaattinen träkkäys	13
2.4.5	Manuaalinen träkkäys	16
2.4.6	Träkkäyksen haittatekijöitä	20
2.5	CG-elementtien rendaus	23
3	MATCHMOVING-OHJELMISTOT	24
3.1	PFTrack PLE	24
3.2	The Foundry Camera Tracker	25
3.3	Voodoo Camera Tracker	27
3.4	Autodesk MatchMover	28
3.5	Boujou 5 Demo	30
4	KAMERA	31
4.1	Polttoväli	31
4.2	Filmiala ja digi-kennot	33
5	CASE : MATCHMOVING ELOKUVAKOHTAUKSESSA	35
5.1	Tavoitteet	35
5.2	Projektin suunnittelu	35
5.3	Materiaalin kuvaus	35
5.4	Matchmoving	38
5.5	3D-Skenaarion luominen	40
5.6	Kompositointi	41
6	POHDINTA	42
	LÄHTEET	44

Käsitteitä

Matchmoving = Tekniikka ja välivaihe, jolla tietokoneella luotu grafiikka pystytään liittämään videokuvaan.

Matchmover = Henkilö joka suorittaa matchmoving prosessin. Autodeskillä on MatchMover niminen matchmoving-ohjelma, joka saattaa mennä ko. Termin kanssa sekaisin.

Träkkäys = Menetelmä, jolla matchmoving-ohjelmassa seurataan tiettyä kohdetta kuvassa, jolloin saadaan talteen kohteen x- ja y-koordinaatit joka framella. Nimi johdettu englannin kielen sanasta *Tracking*

Träkki = Matchmoving-ohjelmissa oleva työkalu jolla kohteen seuraaminen, eli träkkäys suoritetaan. Nimi johdettu englannin kielen sanasta *Track*.

Camera solve = Matchmoving ohjelmistojen ominaisuus, jolla videokuvaan kerätyllä datalla luodaan alkuperäistä vastaava virtuaalinen kamera ja 3D-ympäristö.

Green screen = Yksi nimitys tekniikalle, jolla kohdetta kuvataan vihreää taustaa vasten, joka myöhemmässä vaiheessa leikataan pois.

Frame = Yksi kuva videosta. Esimerkiksi videossa, jonka fps (frames per second) on 25, on 25 kuvaa jokaista sekuntia kohden.

CG = Lyhenne sanoista computer generated. Tarkoittaa tietokoneella luotuja elementtejä, esimerkiksi 3D-malleja.

1 Johdanto

”Aina kun tietokoneella tehtyjä elementtejä (CG-elementtejä) tarvitsee sijoittaa kuvattuun videokuvaan tai toisin päin, tarvitaan tähän matchmovingia. Mutta mitä matchmoving sitten on?” (Dobbert, 2005)

Tämä opinnäytetyö käsittelee 3D-elementtien käyttöä video/elokuvatuotannossa ja lähestyy aihealuetta matchmoving-tekniikan kautta ja kyseistä tekniikkaa tarkastellen. Henkilökohtainen mielenkiintoni ko. tekniikkaan on herännyt viimeisen vuoden sisällä, kun olen ottanut selvää, mitä kaikkea tarvitaan, jotta 3D-elementti saadaan upotettua videokuvaan mahdollisimman realistisella tavalla. Mediatekniikan opinnot ovat kartuttaneet kokemusta 3D-mallinnuksesta ja animaatiosta, mutta videopuolen opinnot ovat jääneet melko vähälle. Opintolaitoksen tarjoamat kurssit kuitenkin loivat pohjan jatko opinnoille videon parissa ja jossain vaiheessa heräsi ajatus siitä, kuinka hankalaa nämä kaksi taiteen ja median alaa olisi liittää toisiinsa.

Tavoitteena opinnäytetyölläni on syventää tietämystäni matchmoving nimiseen tekniikkaan ja kehittyä tekniikan käytössä sellaiselle tasolle, jolla opinnäytetyön projekti on mahdollista toteuttaa. Tavoitteena projektissa on saada rakennettua, yhdessä keying-tekniikoita käsittelevän Heikki Ahvenaisen kanssa, elokuvakohaus, johon lisätään 3D-elementtejä ja yritetään saada lopputulos näyttämään mahdollisimman realistiselta. Tämän kirjallisen työn on tarkoitus selventää työnkulku, jolla 3D-elementti päättyy elokuvan lavasteeksi tai efektiksi, ja käsitellä kyseisessä työnkulussa olevaa, lopputuloksessa näkymättömäksi jäävää työvaihetta, matchmovingia.

2 Matchmoving

2.1 Matchmoving käsitteenä

Matchmoving (usein myös ”camera trackingiksi” tai ”camera matchingiksi” kutsuttu) on yksi lopputuloksessa näkymätön, mutta sen kannalta erittäin olennainen työvaihe, jossa CG-elementtejä liitetään videokuvaan. Jotta esimerkiksi 3D-malli saadaan upotettua lavasteeksi, esineeksi tai hahmoksi videokuvaan, tarvitaan hyvän 3D-mallin ja video-otoksen lisäksi hyvin tehty matchmoving. Siinä missä erikoistehosteiden tekijän tehtävä on tehdä 3D-mallista otoksen kannalta mahdollisimman realistinen, matchmoverin tulee saada kuvatusta videomateriaalista selville, miten ja missä kamera on otoksessa liikkunut, jotta 3D-malli voidaan ”kuva-
ta” samalla tavalla.

Matchmover, eli henkilö joka hoitaa matchmoving-työvaiheen, aloittaa tutkimalla otosta saadakseen selville, kuinka kamera on liikkunut otoksessa. Hän vie materiaalin matchmoving-ohjelmaan ja aloittaa träkkäämällä 2D-piirteitä otoksessa, kun ne liikkuvat ympäri ruutua. 2D-träkkäys sisältää yleensä sellaisten asioiden tunnistamista otoksesta, jotka pysyvät paikoillaan (esimerkiksi rakennusten kulmat) ja määrää ohjelman seuraamaan kyseistä kohtaa, kun otos pyörii. Kun matchmover on träkänyt tarvittavan määrän 2D-träkkejä, ohjelma analysoi nämä trakit ja laskee kameran sijainnin otoksessa niiden suhteen. Tämän vaiheen lopussa matchmover vie träkätyä kohtauksensa 3D-ohjelmistoon, jossa trakeista saadaan tehtyä alkuperäisessä otoksessa käytettyä kameraa vastaava 3D-kamera. Joskus matchmoverin täytyy myös rakentaa alkuperäistä kohtauspaikkaa vastaava 3D-ympäristö, jonne erikoistehosteet sijoitetaan. Joissain tapauksissa kokonaisen 3D-ympäristön luominen on välttämätöntä, jotta kaikki erikoistehosteet saadaan sijoitettua oikein. Monesti riittää, että matchmover tekee vain 3D-kameran. Kun matchmoving on hyvin tehty, niin jälkikäteen ei pitäisi pystyä sanomaan, että sitä on tehty lainkaan. (Dobbert, 2005)

Siis pähkinänkuoressa, matchmover kerää informaatiota oikeasta kuvausasetistä, paikasta ja lopullisesta kuvasta. Informaation tulee sisältää käytettyjen kameroiden tiedot polttovälejä, kallistuksia ja ennen kaikkea liikeratoja myöten. (Hornung, 2010)

2.2 Käyttökohteet

Matchmoving mahdollistaa CG-elementtien liittämisen videokuvaan, joten sen mahdollisuudet ovat valtavat. Sitä ruvettiin käyttämään elokuvissa 90-luvulla ja edelleenkin sen tärkein käyttökohde on elokuvat. Sen käyttö on yleistynyt myös tv-sarjojen ja mainosten tuotannossa, sillä tietokoneiden hintoihin nähden tekniikan hyötysuhde on nykyään valtava. Matchmovingia pystytään nykyään käyttämään jo live-kuvauksissakin, joista esimerkkinä mainittakoon amerikkalaisen jalkapallon lähetyksissä käytettävä virtuaalinen keltainen viiva, jolla merkataan kentälle pelissä edetty matka. (Andersson Technologies LLC, 2013)

Matchmovingin käyttökohteita on keksitty lukuisia ja uusia keksitään koko ajan lisää. Elokuvatuotannossa matchmovingia käytetään useimmiten lavastamiseen, visuaalisten efektien lisäämiseen, tai näyttelijöiden ja muiden olentojen luomiseen. Sen avulla onnistuu mm. erilaisten ajoneuvojen, kuten autojen, lentokoneiden tai jopa avaruusalusten liittäminen otokseen. Lavastus ei jää vain yksittäisiin esineisiin tai asioihin, vaan matchmovingin avulla elokuvakohtaukseen voidaan liittää vaikka kokonainen kaupunki. Kaupunki voidaan luoda kokonaan 3D-malleilla ja mikäli kuvauspaikan maisema ei miellytä, voidaan sekin korvata digitaalisesti maalatulla maisemalla. Myös erilaisten arkkitehtuuristen objektien manipulointi onnistuu kyseisen-tekniikan avulla. Rakennuksia voidaan jatkaa tai muuttaa käyttötarkoitusten mukaan. Hyvä esimerkki tästä on erilaiset tilanlaajennukset, joissa esimerkiksi kuvattua huonetta jatketaan virtuaalisesti, jolloin tilasta saadaan paljon isompi. Myös rakennelmien tuhoaminen kuuluu olennaisena osana elokuvatuotantoon ja matchmoving on tuonut mahdollisuuden toteuttaa tämänkin tietokoneella. Se taas mahdollistaa hienojen tuhokohtausten käytön jopa hieman pienemmällä budjetilla tuotettavissa elokuvissa. (Andersson Technologies LLC, 2013)



Kuva 1. 3D-auto liitettyinä videokuvaan

Kuten jo edellä mainittiin, matchmovingin avulla kuvaan voidaan tuoda myös eläviä olentoja ihmisistä eläimiin ja avaruusolentoihin. Uusissa sarjoissa tätä hyödynnetään jatkuvasti. Esimerkiksi HBO:n melko tuoreessa zombie-sarjassa *The Walking Dead*issa, suurin osa sarjassa esiintyvistä zombeista on tietokoneella luotuja. Myös henkilöhahmoja voidaan luoda kokonaan tietokoneella, jolloin esimerkiksi vaarallisten stunttien tekoon ei tarvitse palkata stunttimiehiä. Sen lisäksi, että näyttelijöitä voidaan lisätä kuvaan, myös näyttelijöiden ulkomuotoa voidaan muuttaa matchmovingia soveltamalla. Näin esimerkiksi puujalan sijoittaminen oikean jalan tilalle, tai vakavien palovammojen lisääminen naamaan voidaan toteuttaa jälkikäteen tietokoneella. Kuvassa 2 näkyy kuinka pelkän käden trakkäminen on mahdollistanut sen mallintamisen 3D-llä. (Andersson Technologies LLC, 2013)



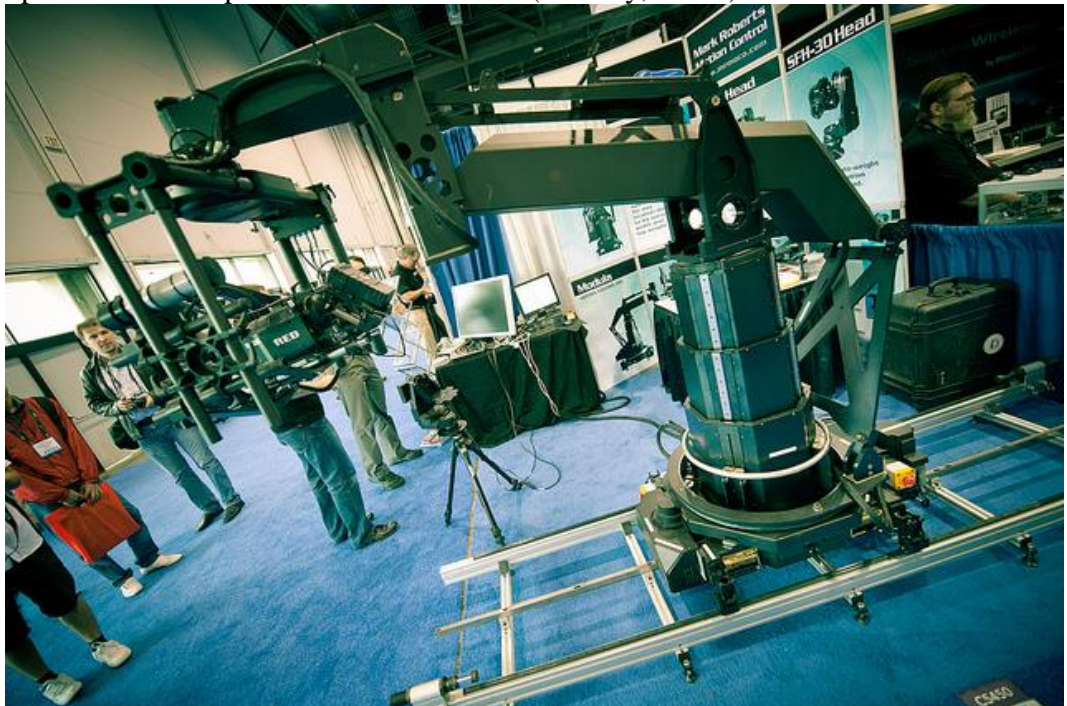
Kuva 2. Raajan korvaaminen 3D-mallilla

Myös kaikenlaisten efektien lisääminen kuvaan on hyvin yleistä matchmovingin käyttöä. Kuvaan voidaan jälkikäteen liittää esimerkiksi lumisadetta, vesilätäköjä, savua, räjähdysä jne. Lista jatkuu loputtomiin. Myös kuvauksissa tapahtuneita virheitä voidaan korjata, mikäli niitä ei ole ennen jälkikäsitteilyä huomattu. Kuvasa vilahtava mikki voidaan peittää jollakin kuvauspaikkaan sopivalla esineellä. Jos kohta sijoittuu esimerkiksi metsään, mutta kuvauspaikalla muuten täydellisen otoksen saamiseksi kuvaan on tullut lampputolppa, voidaan sen tilalle sijoittaa vaikka puunrunko. Tällaiset ratkaisut ovat hyvä esimerkki matchmovingin potentiaalista. (Andersson Technologies LLC, 2013)

2.3 Matchmovingin historia

Elokuvatuotanto kehitettiin jo yli 100 vuotta sitten, ja aivan alusta asti tekijät ovat yrittäneet huijata yleisöä keksimällä erilaisia kikkoja kameran kanssa. Erikoistehosteeksi kutsutaan efektiä, joka on lisätty kuvaan sen kuvaamisen jälkeen. Aluksi kaikki erikoistehosteet tehtiin kuviin, jotka oli kuvattu paikallaan olevalta jalustalta. Jotta erikoistehosteet saatiin onnistumaan, kamera ei saanut liikkua kuvan aikana yhtään. (Carney, 2013)

70-luvun lopulla keksittiin uusi tekniikka, Motion Control (lyhennettynä moco), joka mahdollisti erikoistehosteiden lisäämisen liikkuvaan kuvaan. Muun muassa Douglas Trumball ja John Dykstra olivat ensimmäisten joukossa kehittämässä moco-tekniikkaa ja saaden sen toimimaan. Moco toimi niin, että kamera asetettiin kuvassa 3 esiintyvän kaltaiseen nosturiin, joka liikkui kiskoilla ja jonka liike pysytettiin ohjelmoimaan. Tämä mahdollisti saman liikkeen toistamisen useita kertoja. Koko setti voitiin kasata varsinaisten kuvausten jälkeen vaikka studiossa uudelleen ja kun nosturi ohjelmoitiin samalla tapaa kuin aikaisemminkin, saatiin taas sama kamera-ajo. Tämä mahdollisti esimerkiksi pienoismallien kuvaamisen ja upottamisen alkuperäiseen kohtaukseen. (Carney, 2013)



Kuva 3. Motion Control laitteisto

Vaikka motion control-tekniikkaa käytetään paljon nykypäivänäkin, 90-luvulla kehittyi vielä pidemmälle viety tekniikka, matchmoving. Ensimmäinen elokuva, jossa matchmoving-tekniikkaa nähtiin, oli kuvassa 4 esiintyvä Terminator 2. Erikoistehostevastaava Dennis Muren ylipuhui James Cameronin antamaan heidän kuvata osan erikoistehoste otoksista ilman moco-tekniikkaa. Erikoistehosteryhmä pystyi jälkikäteen jäljittelemään alkuperäisen kameran liikkeen ja upottamaan tietokoneella toteutetun T-1000:n otokseen niin, että se näytti olevan osa alkuperäistä otosta. (Carney, 2013)



Kuva 4. T-1000 elokuvasta Terminator 2

Seuraavaksi ILM (Industrial Light & Magic), joka teki Jurassic Park-elokuvaa, kehitti matchmoving tekniikkaa vielä pidemmälle ja tietokoneella luodut raptorit upotettiin tavallisella kameralaitteistolla kuvattuun kohtaukseen, joka näkyy kuvassa 5. Jälkikäteen otokset käsiteltiin matchmoving-tekniikalla ja dinosaurukset saatiin upotettua otoksiin niin, että niiden jalat koskettivat maata aivan luonnollisen oloisesti. Jurassic Parkin jälkeen monet elokuvat ovat onnistuneesti käyttäneet matchmoving-tekniikkaa ja tekniikka itsessään on kehittynyt valtavasti. (Carney, 2013)



Kuva 5. Jurassic Parkin 3D-raptorit

2.4 Matchmoving-työnkulku

2.4.1 Suunnittelu

Ensimmäinen kohta matchmoving-työnkulussa on huolellinen suunnittelu. Ennen kuvauspaikalle menoa matchmover käy läpi käsikirjoituksen ja konseptikuvat saadakseen käsityksen siitä, millainen kohtauksen kuvasta tulee. Tässä vaiheessa matchmover voi jo tehdä digitaalisia kokeiluja (Look development) saadakseen käsityksen siitä, mitä rekvisiittaa, alueita ja kameroita tarvitsee luoda uudestaan CG-elementteinä kuvauksien jälkeen. Hän keskustele ohjaajan kanssa kohtauksesta ja selvittää minkälaisia ratkaisuja kohtauksessa tullaan käyttämään. Mikäli kuvauspaikka on jo tiedossa, voi matchmover käydä tutustumassa siihen etukäteen. Kuvauspaikkaa analysoimalla voi ratkaisut syntyä jo ennen varsinaisia kuvauksia. Kun matchmover on tehnyt tarvittavat suunnitelmat, valmistautuu hän keräämään tietoa itse kuvauksista. (Hornung, 2010)

2.4.2 Informaation keräys kuvauspaikalla

Kuvauspaikalla matchmover voi kerätä informaatiota lukuisilla tavoilla. Yksinkertaisin tapa kerätä kuvauspaikan tietoa talteen on luonnostella miljöötä ja yksittäisiä esineitä kuvauspaikalta, mittanauhaa apuna käyttäen. Matchmover voi käyttää apunaan myös kehittyneempiä menetelmiä, kuten erilaisia laser-mittausvälineitä ja LIDAR:ia (Light Detection And Ranging). Matchmoving-ryhmän tulisi mitata paikan päällä kaikki mitattavissa oleva, rakennuksista puihin, valopylväisiin, tuoleihin, autoihin, jne. Käytännössä kaikki mitä pystyy mittaamaan ja pysyy paikoillaan niin kauan, jotta mittaus pystytään suorittamaan. Tarkoitus on taltioida yksittäisen esineen muoto, mitat, sijainti ja oikeastaan mikä tahansa seikka, joka saattaisi helpottaa myöhemmin kameran träkkäystä. Myös kuvauspaikan valokuvausreferenssiksi on tärkeää, mikäli myöhemmin on tarkoitus rakentaa CG-miljöö. (Hornung, 2010)

Itse matchmoving-ohjelmistossa tapahtuvan kameran träkkäyksen kannalta tärkeimpiä asioita kuvauspaikalla tehtävistä muistiin panoista on kamerasta saatava informaatio. Muistiinpanoihin kirjataan kaikki kamerat ja niissä käytetyt, linssit, polttovälit, tarkennusetaisyydet, etäisyydet kohteeseen, korkeus, kuvakulma, käännöt ja kaikki mahdollinen, jota voidaan myöhemmin hyödyntää virtuaalisen

kameran luonnissa. Mitä tarkemmin kuvauksissa käytettyjen kameroiden tiedot ovat ylhäällä, sitä tarkempi tulee matchmoving-ohjelmistolla luodusta virtuaalisesta kamerasta. Mikäli lopulliseen kohtaukseen on tarkoitus esim. muokata näyttelijöiden ulkonäköä tai toteuttaa näyttelijä kokonaan CG-hahmona, tulee kuvauspaikalla tehdä näyttelijästä 3D-skannaus. Näin saadaan tarkka 3D-hahmomalli jälkikäsitteilyä varten. (Hornung, 2010)

Kun kaikki informaatio on saatu kuvauspaikalla talteen, voi matchmoving-tiimi lähettää tarvittavat tiedot mallinnuksesta ja hahmoanimaatioista vastaaville tiimeille ja siirtyä itse toteuttamaan itse matchmovingia. (Hornung, Erica. 2010)

2.4.3 Kameran träkkäys

Tässä vaiheessa alkaa se työvaihe, johon termeillä matchmoving ja camera tracking viitataan. Matchmover luo valitussa ohjelmistossa virtuaalisen kameras, joka sisältää myös kuvatason (kutsutaan nimellä ”plate”). Tällä tasolla näkyy kuvauksissa otettu kuva ja se on koko ajan kiinni virtuaalisessa kamerassa. Näin matchmover näkee saman kuvan kuin varsinainen kuvaajakin katsoessaan virtuaalikameras läpi.

Kun träkkäys prosessi aloitetaan, annetaan ohjelmalle kuvauspaikalla kerätyt kameras arvot polttovälille, tarkennusetaisyydelle, jne. Kun kameras asetukset on saatu valmiiksi, voidaan virtuaalikameralle suorittaa ns. träkkäys. Ohjelma käy läpi tasolla olevaa kuvaa ja seuraa siitä tiettyjen pisteiden liikettä. Kuvassa 4 näkyy, kuinka automaattinen träkkäys seuraa lukuisia kohteita samanaikaisesti. Mikäli ohjelma ei kykene saamaan halutun laatuista träkkiä aikaiseksi, täytyy matchmoverin tehdä träkkäys manuaalisesti sijoittamalla omat träkkerit tasolle ja mahdollisesti korjata träkkiä joissain kohdissa. Manuaalinen träkkäys on tietenkin hieman automaattista träkkäystä hitaampaa, mutta välillä välttämätön ja parempi vaihtoehto ohjelman automaattiselle träkkäykselle (vaihtelee myös ohjelma- ja asetuskohtaisesti).

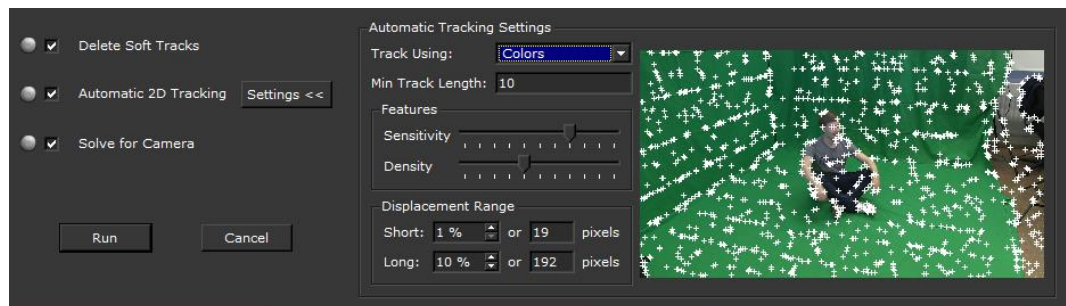
Kun halutun laatuinen trökkäys on saatu suoritettua, annetaan ohjelman suorittaa camera solve, eli toisin sanoen tehdä virtuaalikamera ja muodostaa träkeistä 3D-skenaario. Tässä vaiheessa tulee oleelliseksi kuvauksissa tehdyt kameran asetusten muistiinpanot, sillä matchmoving-ohjelma muodostaa 3D-skenaarion träkätyjen pisteiden ja kameran asetusten avulla. Toisin sanoen, mitä tarkemmin asetukset on saatu matchmoving-ohjelmaan, sitä tarkemmin se pystyy määrittämään 3D-pisteiden sijainnin kameran ja 2D-kuvasta träkätyjen pisteiden avulla. (Dobbert, 2005)



Kuva 6, Automaattinen Trökkäys The Foundryn Camera Trackerilla

2.4.4 Automaattinen träkkäys

Luultavasti kaikista tarjolla olevista träkkäys ohjelmista löytyy mahdollisuus automaattiseen träkkäämiseen. Automaattinen träkkäys toimii niin, että ohjelma alkaa träkkäämään videota frame kerrallaan, etsien siitä selkeitä pisteitä, joita voisi seurata seuraavaan frameen. Ohjelma träkkää tiettyä pistettä niin kauan kuin voi ja mikäli se ei kykene seuraamaan samaa pistettä, se rupeaa etsimään uutta. Tämän seurauksena träkkejä saattaa tulla erittäin paljon muutaman framen mittaisista koko videon pituisiin. Träkkejä tulee todella runsaasti, mihin voi kuitenkin vaikuttaa, ohjelmasta riippuen, erilaisilla automaattiselle träkkäykselle tarkoitetuilla säädöillä. Säättöjä on niin träkkien minimipituudelle, träkkäyksen herkkyydelle, kuin siirtymän laajuudelle. Asetukset saattavat vaihdella hieman ohjelmakohtaisesti, mutta pääosin samat asetukset löytyvät ohjelmasta kuin ohjelmasta. Kuvassa 7 näkyy Autodesk MatchMoverin säätöikkuna automaattiselle träkkäykselle.



Kuva 7, Autodesk MatchMoverin automaattisen träkkäyksen säädöt

Useimmiten automaattinen trökkäys tuottaa, säästöistä huolimatta, suuren määrän trökkejä, joka näkyy kuvassa 8. Tämä saattaa aiheuttaa päänsäivaa, mikäli tröcken joukkoon on eksynyt muutamia huonoja trökkejä. Niiden löytäminen ja poistaminen voi vastata neulan etsimistä heinäsuovasta. Useimmiten huonoja trökkejä täytyy kuitenkin olla paljon, jotta nämä vaikuttaisivat huomattavasti camera solven tulokseen. Ohjelmistoissa saattaa myös olla erilaisia ominaisuuksia, jotka yrittävät parantaa automaattisen trökkäyksen laatua ja näin ehkäistä huonojen trökkien syntymistä. Yksi tällaisista ominaisuuksista, joka ainakin ammattikäyttöön tarkoitettuista ohjelmista löytyy, on se että ohjelma vertaillee trökkäyspisteitä keskenään. Siis, seuratessaan yhtä pistettä se tarkkailee muita lähellä olevia pisteitä, vertailee niiden liikettä ja koettaa näin parantaa kyseisen trökin laatua. Vaikka ohjelmistot ovat pitkälle kehittyneitä ja niiden laatu on korkeaa luokkaa, saattaa huonoja trökkejä kuitenkin syntyä. (Doppert, 2005)

Tästä päästään automaattisen trökkäyksen muokkaukseen. Vaikka sana automaattinen viittaa siihen, että ohjelma tekee kaiken käyttäjän puolesta, ei se tarkoita sitä, ettei trökkejä voisi tai täytyisi muokata. Niin kuin edellä on jo mainittu, monesti automaattisessa trökkäyksessä on paljon huonoja trökkejä, joita ei kannata säästää camera solveen asti tai ne saattavat pilata koko solven. Yksittäisten tröcken poisto ei välttämättä ole paras ratkaisu, koska trökkejä saattaa olla satoja, ellei tuhansia. Automaattisen trökkäyksen hienosäädön voi aloittaa jo ennen trökkäystä valitsemalla materiaalille sopivat säädöt. Sopivilla asetuksilla voidaan monesti ehkäistä turhien trökkien syntymistä, mikä puolestaan korostuu trökkäyksen jälkeen tehtävässä muokkauksessa. (Doppert, 2005)

Automaattisia trökkejä on siis mahdollista muokata myös trökkäyksen jälkeen. Trökkejä voi mm. merkata tärkeämmiksi kuin muut trökit, jolloin camera solve ottaa vain merkatut trökit huomioon. Tällöin solven jäljen pitäisi jo olla paljon parempi. Mikäli automaattisen trökkäyksen jäljiltä ei hyviä trökkejä löydy tarpeeksi tai ohjelma on jostain syystä jättänyt jonkin tärkeän pisteen kuvasta trökkäämättä, voidaan automaattisen trökkäyksen jälkeen lisätä manuaalisia trökkejä. Joissain ohjelmissa on myös mahdollista muuttaa automaattiset trökit manuaalisiksi, jolloin käyttäjä voi itse säätää hieman heikompiakin trökkejä paremmiksi. Myös trökkien yhdistäminen onnistuu ohjelmasta riippuen. Tällöin hyviä trökkejä, jotka ovat jääneet liian lyhyeksi, mutta trökkäävät samaa pistettä, voidaan yhdistää pitemmäksi trökit, jolloin saadaan tulokseksi hyvä pitkä trökki. Mikäli kuvassa

on sellaisia alueita, jotka haittaavat träkkäystä esim. liikkuvia tai koko ajan muuttuvia kohteita (esim. lehtipuita tai mainostauluja) voidaan kuvaa maskata träkkäysohjelmassa. Tällöin alue, jota ei haluta träkkätä maskataan omaksi alueekseen, ja näin ongelmalliset kohdat jotka saattavat sabotoida camera solvea jäävät kokonaan pois siitä. (Dobbert, 2005)



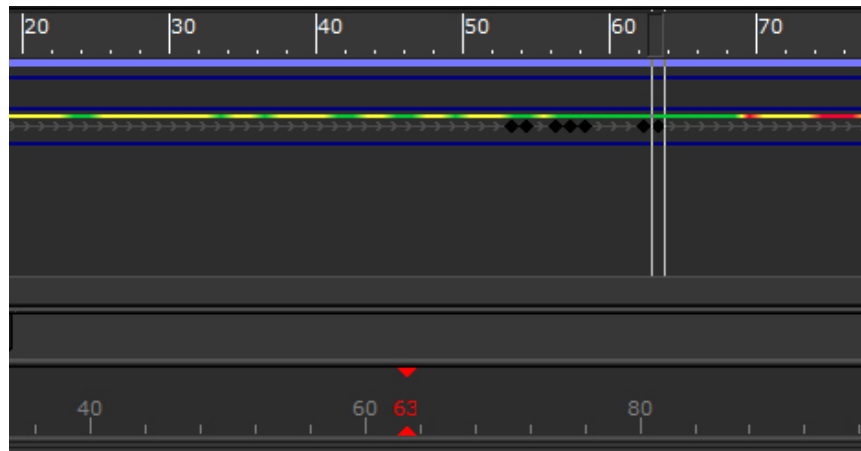
Kuva 8. Manuaalinen ja automaattinen träkkäys

2.4.5 Manuaalinen träkkäys

Manuaalinen träkkäys on periaatteessa aivan sama työvaihe, mitä videoeditoijat joutuvat käyttämään mm. rotoskooppaukseen tai muihin kompositointitöihin. Erona matchmoving-ohjelmien 2D-träkkäyksessä on kuitenkin se, että träkätyin markkerin tietoja käytetään helpottamaan ohjelmaa sen luodessa 3D-skenaariota kyseisestä kuvasta.

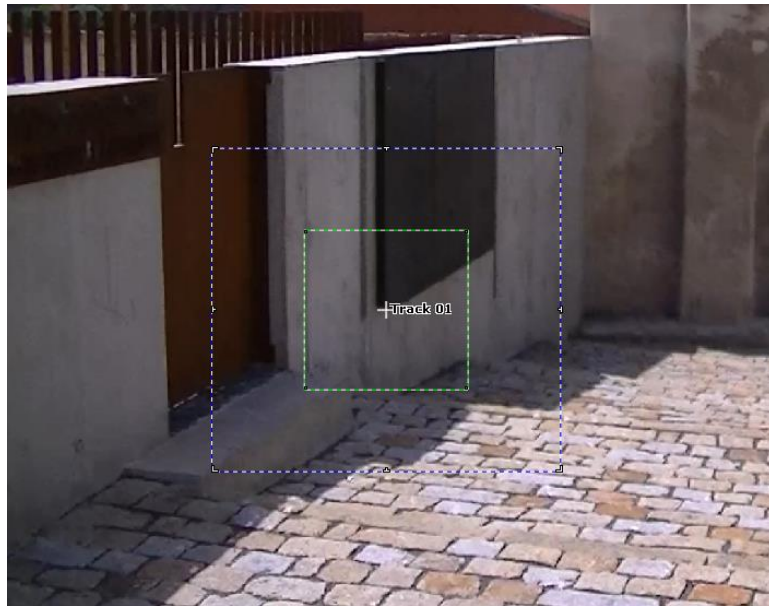
Manuaalinen träkkäys toimii niin, että käyttäjä itse sijoittaa 2D-träkin haluamaansa kohteeseen yhdessä frameissa ja antaa ohjelman seurata sitä lopuissa. Ohjelma aloittaa träkkäyksen framesta, johon käyttäjä merkin laittoi, skannaa seuraavan framen ja päättelee mihin kohtaan kohde on frameissa siirtynyt. Kun ohjelma löytää kohdan, se asettaa träkkerin siihen ja jatkaa seuraavaan frameen. Näin ohjelma analysoi koko sekvenssin läpi ja tekee kokopitkän 2D-träkin. (Dobbert, 2005)

Käytännössä matchmoving-ohjelma ei kuitenkaan pysty ratkaisemaan läheskään jokaista sille annettua träkkiä, vaan hukkaa markkerin esimerkiksi Motion blurin seurauksena. Niinpä manuaalisten träkkien tekeminen on oikeastaan ohjelman kanssa yhteistyötä, jossa käyttäjä joutuu välillä ohjaamaan ohjelmaa, jotta paras mahdollinen tulos saataisiin aikaiseksi. Ohjelmasta riippuen se kyllä ilmoittaa käyttäjälle, milloin träkki on perillä markkerin sijainnista ja milloin se on täysin kadottanut etsimänsä. Kuvassa 9 näkyy Autodesk MatchMoverin träkkiraita, joka kertoo träkin laadun värikoodin perusteella. Kun träkki on vihreä, ohjelma seuraa markkeria moitteettomasti, ja kun träkki on punainen, on ohjelma kadottanut markkerin täysin. Useimmiten 2D-träkkäyksessä riittää, kun kaikki sellaiset kohdat saadaan poistettua, joissa ohjelma on kadottanut etsimänsä träkin. (Dobbert, 2005)



Kuva 9 Autodesk MatchMoverin trækki värikoodilla.

Träkkäyskohteiden valinta on koko manuaalisen trakkäyksen pohja. Jotta trakkättävien kohteiden valinta helpottuu, olisi syytä tietää kuinka trækkeri toimii matchmoving-ohjelmassa. Trækkeri sisältää kolme kohtaa: keskustan, kuvio-alueen ja haku-alueen. Manuaalista trækkeriä kuvataan matchmoving-ohjelmassa ruksina, jonka ympärillä on kaksi neliskanttista aluetta. Trækkerin rakenne näkyy kuvassa 10. Trækkerin keskusta tulisi sijoittaa tarkalleen siihen kohtaan, jota kuvassa halutaan trakkätä. Se on äärettömän pieni piste, ja määrittää trækkerin sijainnin x- ja y-koordinaatteina. Kuvio-alue on ensimmäinen neliö keskipisteen ympärillä. Sen sisältämä alue määrittää, minkälaista kuviota ohjelma yrittää seurata. Haku-alue on ulommainen neliskanttinen alue. Tältä alueelta ohjelma etsii kuvio-alueen kuviota seuraavassa framessa. Alueiden kokoa muuttamalla voidaan siis vaikuttaa tarkkuuteen, jolla ohjelma kohdetta seuraa. (Dobbert, 2005)



Kuva 10. Träkkerin rakenne

Hyvä lähtökohta on koettaa hahmottaa kuva 3D-skenaariona. Träkkereitä tulisi sijoittaa useaan eri syvyyteen, korkeuteen ja leveyteen. Kaikkien träkkereiden joita käyttäjä sijoittaa kuvaan, tulisi helpottaa myös ohjelmaa hahmottamaan kuvasta muodostuva 3D-skenaario. Hyvä muistisääntö tähän on se, että 3D-skenaario on tiedossa vain niissä kohdissa, joissa träkkereitä sijaitsee. Jos jokin alue kuvasta on jätetty täysin ilman, ei ohjelma kykene muodostamaan 3D-skenaariota tältä alueelta. Kuvassa 11 on havainnollistettu kuinka tämä ajattelu ja 3D-skenaarion hahmottaminen toimii. (Dobbert, 2005)



Kuva 11 Träkkereitten sijainti muodostaa 3D-alueen

Kohteiden, joita ohjelman annetaan trakkätä, tulisi olla sellaisia, joiden kuvio on selkeästi erottuva ja jotka määrittelevät jotain todellista kolmiulotteista kohtaa. Esimerkiksi rakennuksissa esiintyvät kulmat ovat hyviä trakkäyskohteita, koska ne määrittävät kokonaisen rakennuksen sijainnin, ja niitä matchmoving-ohjelma pystyy helposti seuraamaan. Rakennuksen reunojen trakkäystä taas tulisi välttää, sillä trækkeri etsii kohteen sijaintia kuvion perusteella ja näin ollen se saattaa liukua mihin kohtaan reunaa tahansa. Kohteiden tulisi myös olla staattisia. Kaikki liikkuvat kohteet ja valon aiheuttamat heijastukset tulisi jättää trakkäämättä, sillä näiden liike kuvassa ei johdu niinkään kameran tekemästä liikkeestä, eivätkä ne näin auta ohjelmaa määrittämään kameran todellista liikettä. (Dobbert, 2005)

2.4.6 Träkkäyksen häiritteijöitä

Kuten jo manuaalista träkkäystä käsittelevässä kohdassa on mainittu, matchmoving-ohjelmat eivät välttämättä kykene seuraamaan kohdettaan, vaan saattavat kadottaa sen jonkin häiriötekijän seurauksena. Seuraavat asiat kattavat lähestulkoon koko häiriötekijöiden kirjon:

- Motion Blur
- Kameran huono tarkennus
- Träkkättävän pisteen peittyminen (tunnetaan termillä Occlusion)
- Kontrastin vähyys
- Träkkättävien kohteiden puute

(Dobbert, 2005)

Motion Blur

Motion bluria ilmenee, kun kamera tai kuvassa oleva objekti liikkuu nopeasti, eikä kameran kuvanopeus ole tarpeeksi suuri. Liikkuva objekti (tai koko kuva, mikäli koko kamera liikkuu) näkyy kuvassa sumeana oman liikkeensä suuntaisesti. Kun träkkättävä kohta sumenee tarpeeksi, kasvaa todennäköisyys ohjelman virheelle, joka saattaa johtaa siihen, että ohjelma kadottaa markkerinsa täysin. Tämän seurauksena träkkäys pysähtyy, tai träkki saattaa liikkua minne tahansa. Mikäli motion blurista aiheutuu ongelma träkätessä, voi etsintäaluetta ja kuvio-aluetta koettaa kasvattaa. Mikäli tämä ei auta, on träkkäys sumeissa kohdissa tehtävä käsin frame kerrallaan. (Dobbert, 2005)

Kameran huono tarkennus

Kameran huono tarkennus aiheuttaa niin ikään kuvan sumenemista, mutta toisin kuin motion blur, se ei johdu liikkeestä. Näin ollen tarkennuksen aiheuttama sumeneminen ei ole minkään liikkeen suuntaista, mutta saattaa tarkennuksesta riippuen aiheuttaa hyvinkin pitkiä sumeita kohtia. Pääpiirteittäin ongelma on samantyyppinen kuin motion blurin ja sitä voi lähteä oikomaan samoilla metodeilla. (Dobbert, 2005)

Träköttävän pisteen peittyminen

Ehkä yleisimpiä hättatekijöitä matchmovingin kannalta on se, että trökättävä kohde liikkuu jonkin toisen objektin taakse. Matchmoving termistössä tämä tunnetaan nimellä *Occlusion*. Mikäli trökättävä kohde ei ilmesty uudelleen esiin, ei ole mitään tehtävissä, vaan trökki loppuu siihen. Jos kohde kuitenkin on vain hetken peitossa, voidaan trökkäystä jatkaa tästä kohdasta. Joissain tapauksissa voi olla niin, että trökkäysdataa tarvitaan myös kohdasta, jolloin kohde on piilossa. Näin käy esimerkiksi, jos kuvassa ei ole muuten tarpeeksi trökättäviä kohteita. Tällöin voidaan ongelmaa lähteä setvimään eri tavoilla ohjelmasta riippuen.

Osissa ohjelmista on ns. gap-filling-ominaisuus (suom. aukon täyttö), joka on suunniteltu juuri tällaisiin tilanteisiin. Gap-fillinikä pitää kuitenkin käyttää varovasti, etenkin jos kuvassa on paljon heilahduksia tai tärinää. Tällöin ohjelman omat laskumetodit eivät välttämättä osaa täyttää piilossa olevaa kohtaa oikein ja koko trökkäys saattaa olla pilalla. Mikäli trökättävä kohde on piilossa vain muutamia frameja, voi käyttäjä sijoittaa trökit manuaalisesti analysoimalla kuvaa itse ja tekemällä hienovaraisen arvauksen kohteen sijainnista. Myös tässä tapauksessa pitää miettiä, onko arvattu tarkkuus riittävä, vai pilaako se muun trökkäyksen täysin. Viimeinen vaihtoehto on tehdä lisää trökkejä, jotka ovat occlusionin aikana esillä. (Dobbert, 2005)

Kontrastin vähyys

Matchmoving ohjelmalla saattaa olla ongelmia träkkäyksen kanssa, jos kuvassa on liian vähän kontrastia. Tämä johtuu siitä, että ohjelmat träkkäävät vakiona luminanssiarvoja. Ongelmaa voidaan koettaa kiertää träkkäämällä värejä, mikäli se on ohjelman puitteissa mahdollista. Tämä saattaa parantaa träkkäyksen laatua olennaisesti, mutta träkkääminen saattaa myös kestää kauemmin. Kuvan esikäsittely on myös vaihtoehtona ja mahdollisuutena, mikäli träkkäysohjelmalla ei voi träkkätä värin perusteella. Esikäsittelyn voi hoitaa jossain toisessa ohjelmassa, jolloin matchmoving-ohjelmalle voidaan tehdä kuvasta erillinen esikäsittelty versio, jossa on esimerkiksi normaalia suuremmat kontrastit. (Dobbert, 2005)

Träkkättävien kohteiden puute

Useimmiten tämä ongelma tulee vastaan green screenillä kuvatessa. Mikäli kuvauksissa ei markkereita ole laitettu tarpeeksi, ovat keinot vähissä. Matchmoving-ohjelmassa voi koettaa träkkätä samaa kohdetta useamman kerran. Esimerkiksi jos markkeri on teipistä tehty ruksi, voidaan ruksin jokainen pääty ja keskusta träkkätä erikseen. Tämä ei ole kovinkaan hyvä tilanne träkkäyksen laadun kannalta, mutta ainakin ohjelma pystyy tällöin luomaan 3D-skenaarion. (Dobbert, 2005)

2.5 CG-elementtien renderöinti

Kun matchmoving on suoritettu, ja 3D-kamera ja skenaario on saatu luotua, voidaan ruveta renderöimään CG-elementtejä. Tämä tapahtuu 3D-ohjelmistossa, jonne virtuaalinen kamera ja trakkäysdatan viedään. Mikäli kuvauspaikalla suoritettut mittaukset ovat olleet tarkkoja ja niitä on noudatettu 3D-ympäristöä mallintaessa, pitäisi matchmoving-ohjelmistosta tuodun datan toimia hyvin 3D-ohjelmiston mallien kanssa. Kun virtuaalikamera ja 3D-objektit on saatu synkronoitua keskenään ja 3D-objektit sijoitettua niille halutuille paikoille, voidaan aloittaa ns. renderöinti eli 3D-mallien kuvaaminen. 3D-ohjelmistoista voidaan useimmiten renderöidään ulos mallit, valaistukset ja varjot erillisinä kuvasekvensseinä, joka lyhentää renderöintiaikoja ja mahdollistaa myös jonkin tietyn ominaisuuden muokkaamisen ja uudelleen renderöinnin lopullista videota kompositoidessa. Kun 3D-objektit on saatu renderöityä, tehdään kohtauksen lopullinen kompositointi jossain sille soveltuvassa ohjelmassa, kuten esimerkiksi Adobe After Effectsissä tai Sony Vegasissa.

3 Matchmoving-ohjelmistot

3.1 PFTrack PLE

Pixel Farmin PFTrack PLE (Personal Learning Edition) tarjoaa ilmaisen version Pixel Farmin träkkäysohjelmistosta. PLE on nimensä mukaan tarkoitettu ohjelman henkilökohtaiseen harjoitteluun. Se vastaa lähestulkoon täysin maksullista PFT-rack versiota, mutta sillä rajoituksella, ettei ohjelmalla tuotettua dataa voi siirtää ulos ohjelmasta. Tästä syystä 3D-objektin liittäminen kuvattuun materiaaliin ei ollut mahdollista tätä ohjelmaa käyttäen, mutta träkkäys onnistui hyvin ja ohjelmasta jäi hyvä vaikutelma.

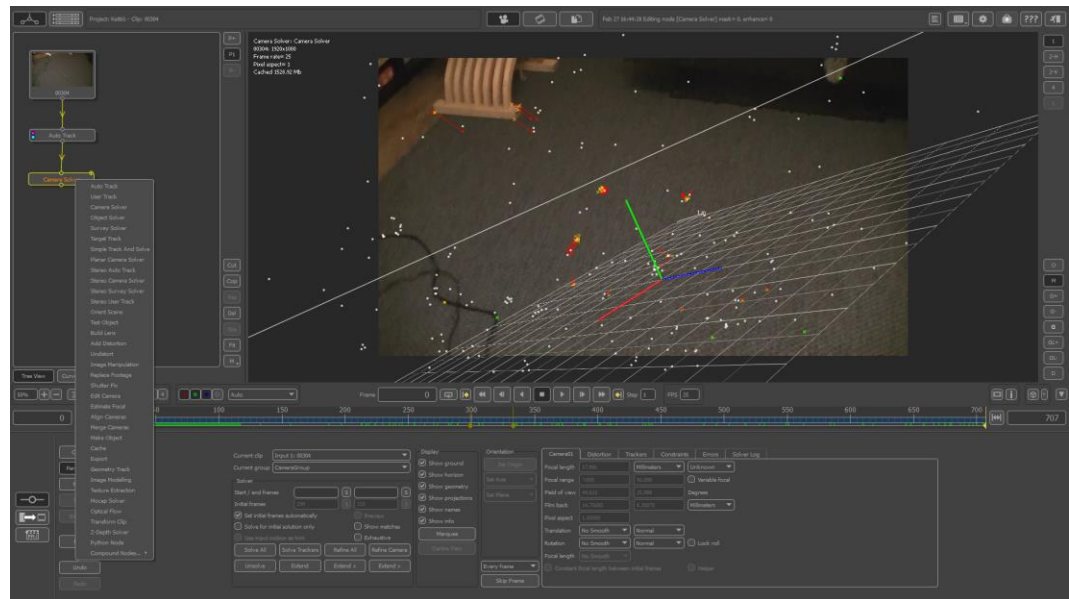
PFTrackin uudistunut käyttöliittymä, joka näkyy kuvassa 12, saattaa aluksi vaikuttaa melko hankalalta ymmärtää, sillä se poikkeaa aiemmista PFTrack versioista. Myös node-pohjainen projektipuu tuntui aluksi erikoiselta, mutta vähän aikaa ohjelmaa käytettyä muuttuikin erittäin näppäräksi työkaluksi. Alkuhämmennyksen jälkeen ohjelman käyttöliittymä onkin erittäin sulava ja helppo ymmärtää. Projektipuusta pystyy suoraan hiirenklikkauksella lisäämään tarvittavia elementtejä projektiin, ja videomateriaalin importin jälkeen lopullinen träkkäys ja camera solve onnistuu n. kuudella hiirenklikkauksella. Tarvittavat työkalut on helppo löytää, sillä ne tarjotaan esiin heti kun niitä on mahdollista käyttää. Ohjelmalla onnistuu niin automaattinen kuin manuaalinenkin träkkäys, eikä kumpikaan vaadi suurempia toimenpiteitä.

Träkkäyksen ja camera solven laatu perusasetuksilla, sekä ilman ohjelmaan syötettyjä kameran tietoja, vaikuttaa erittäin hyvältä. Ohjelmaan syvemmin tutustumalla saa varmasti käyttöön todella suuren määrän hyödyllisiä työkaluja, sillä niitä PFTrackissa vaikuttaisi riittävän. PFTrack:n lisenssin hinta on noin 1200 €.

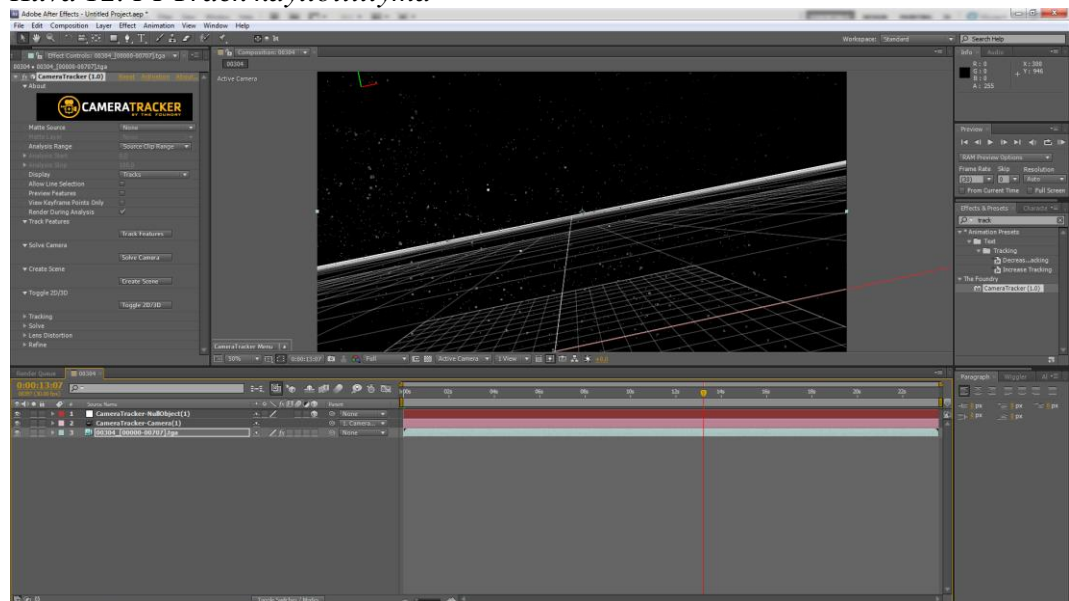
3.2 The Foundry Camera Tracker

Foundryn Camera Tracker on melko tuore ohjelma, joka toimii plug-in ohjelmana Adoben After Effectsille. Tästä syystä käyttöliittymä on hieman erilainen kuin muissa matchmoving-ohjelmissa. Kaikki säädöt ja valikot ovat samassa paikassa, johon After Effects avaa efektiensäkin säädöt (näkyvyy kuvassa 13). Tämä saattaa vaatia muita matchmoving ohjelmia käyttäneelle hieman totuttelua, mutta koska valikot ovat erittäin selkeitä, ei sen pitäisi olla este ohjelman käytölle. Automaattiselle trakkäykselle löytyvät tarvittavat säätömahdollisuudet ja trakkäysjälki vaikuttavat hyviltä. 3D-skenaarion luontikin toimii sujuvasti ja skenaario vielä ohjelmassa näyttää hyvältä. Kaikki olennaiset säädöt kameran asetuksiinkin näyttäsivät myös löytyvän. Ensimmäinen puute, joka Camera Trackerissa tulee vastaan, on manuaalinen trakkäys. Sitä ei ole lainkaan, tai se on piilotettu hyvin. Juuri tässä testissä käytössä olleella materiaalilla ei manuaalinen trakkäys ollut välttämätön, mutta mikäli matchmovingia tekee paljonkin, tulee tarvetta manuaaliselle trakkämiselle varmasti.

Seuraava puute, joka todella romahdutti odotukset Camera Trackeriin, oli datan viennin totaalinen puute. Näin ollen virtuaalisen kameran vienti 3D-ohjelmistoihin hankaloituu suuresti. Pienen etsinnän jälkeen tähän kuitenkin löytyy ratkaisu. After Effectsille on olemassa erinäisiä koodeja, joilla After Effectsin dataa voidaan käsitellä, myös sopiva koodi datan viemiseen After Effectsistä löytyy. Myös Foundryn sivuilla mainitaan kyseisestä koodista, ja jopa annetaan linkki foorumeille, joilta tämä löytyy. Koodi kuitenkin toimii vaihtelevalla menestyksellä eikä tällä kertaa tuottanut käyttökelpoista virtuaalikameraa tai 3D-skenaariota.



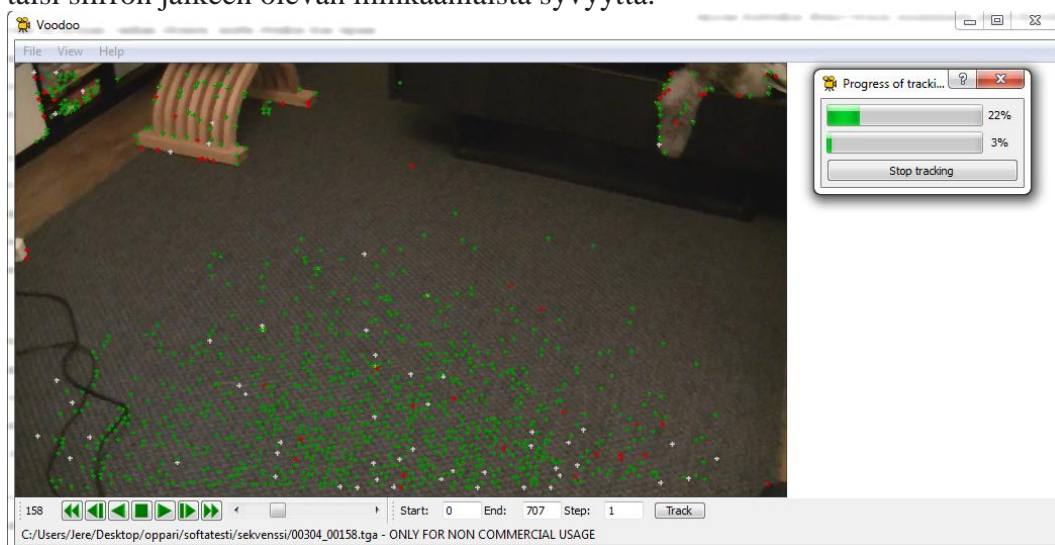
Kuva 12. PFTrack käyttöliittymä



Kuva 13. The Foundry Camera Tracker käyttöliittymä

3.3 Voodoo Camera Tracker

Voodoo Camera Tracker on yksi harvoista ilmaisista träkkäysohjelmista. Valitettavasti se myös näky. Ohjelman käyttöliittymä, joka näkyy kuvassa 14, on melko vanhan oloinen ja epäselvä. Pienellä etsinnällä löytyy kyllä kaikki tarpeellinen träkkäyksen tekemiseen, ja kameran tiedotkin pystyy ohjelmaan syöttämään. Träkkäysjälki vaikuttaisi liikkeen puolesta olevan kunnossa, mutta ainakin perusasetuksilla träkkäyspisteitä tulee todella suuri määrä. Träkkäyksen ominaisuuksiakin pystyy valikosta säätämään, mutta ohjelman säädöt poikkeavat sen verran muiden träkkäys ohjelmien säädöistä, ettei ainakaan ensiträkkäyksissä uskalla säätöjä mennä muuttamaan. Voodoo Camera Tracker laskee pisteitä paljon kauemmin, kuin muut ohjelmat joita käytin, mutta käsittääkseni se tekee sekä träkkäyksen, että camera solven samalla kerralla. Träkkäyksen ja camera solven välillä ei siis pysty tekemään korjauksia. Myös manuaalinen träkkäys puuttuu, tai sitä ei ainakaan usean tunnin kokeilun aikana löytynyt. Nämä edellä mainitut puutteet voisi antaa anteeksi, mikäli träkkäysjälki pysyy hyvänä ja datan ulosvienti toimisi. Ohjelmasta sentään löytyy export-ominaisuus usealla valmiilla asetuksella eri ohjelmille. Valitettavasti ainakin 3DS Maxin kohdalla datansiirto ei onnistu aivan odotusten mukaisesti. Tämä johtuu luultavasti siitä, että voodooa ei ole ilmeisesti kehitetty vähään aikaan ja 3DS Maxia päivitetään jatkuvasti. Träkit kyllä siirtyvät ohjelmien välillä, mutta eivät aivan odotusten mukaisesti. Träkkipilvellä ei näyttäisi siirron jälkeen olevan minkäänlaista syvyyttä.



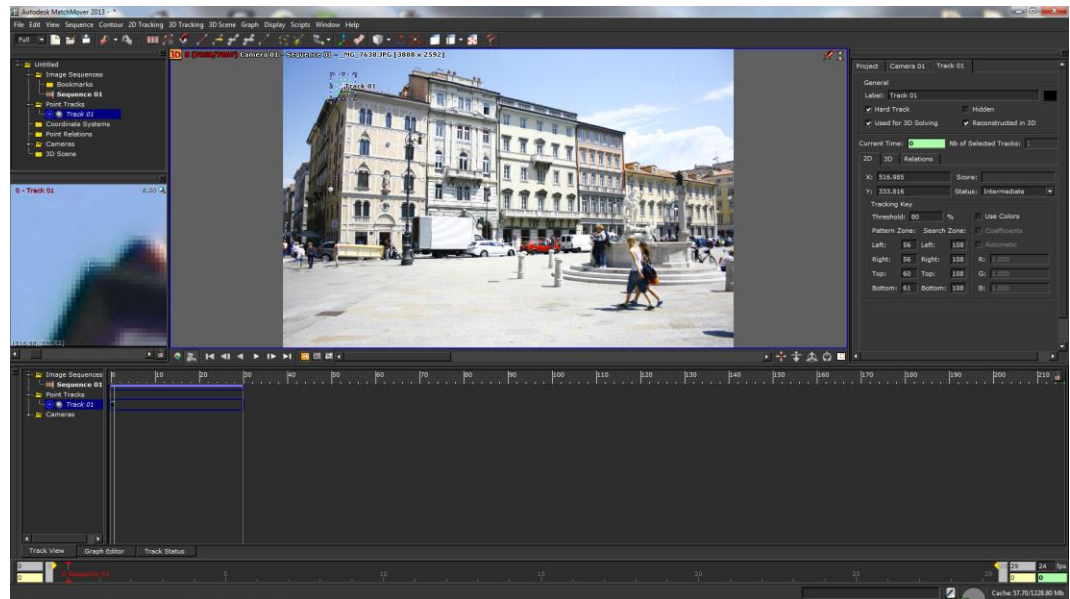
Kuva 14. Voodoo Camera Tracker käyttöliittymä

3.4 Autodesk MatchMover

Autodesk on muovannut REALVIZ:ltä ostetun MatchMoverin omaan pakettiin sopivaksi ja se tulee oheisohjelmaksi ainakin Mayan mukana. Ohjelma on hieman jäykempi käyttöliittymältään, kuin esimerkiksi Viconin boujou ja Pixel farmin PFTrack. Käyttöliittymä, joka näkyy kuvassa 15, on hieman vanhan oloinen, mutta etenkin kun tajuaa vaihtaa light-näkymän full-näkymään alkaa ruudulta löytyä kaikki tarvittava träkkäyksen aloittamiseksi. Tämän pienen puutteen ulkoasussa antaa kuitenkin helposti anteeksi, kun ohjelmaan pääsee sisälle.

MatchMoverista löytyy pikakuvakkeen takaa sekä kuvasekvenssin tuominen, träkkäys, camera-solve että datan vienti. Automaattinen träkkäys ja camera solve onnistuvat noin neljällä klikkauksella ja tarvittavat säätömahdollisuudet avautuvat aina nappien takaa. Parametri-ikkuna ei kuitenkaan ole oletuksena auki, joka saattaa johtaa siihen, että kameran asetusten tarkistaminen saattaa kiireiseltä träkkääjältä unohtua. Käyttöliittymän opetteluun ei kuitenkaan mene kovinkaan kauaa aikaa, sillä se on melko selkeä. Manuaalinen träkkäys oli aluksi hieman kömpelön tuntuinen, sillä träkkäys aikajanalla liikkuminen täytyy hoitaa ctrl-nappi pohjassa. Tämä aiheuttaa väkisinkin tilanteita, joissa ctrl on unohtunut painaa ja aikajananklikkaaminen saa jotain muuta aikaan kuin oli tarkoitus. Tämä on myös vain pieni ongelma, joka mitä varmimmin katoaa pitempiaikaisessa käytössä.

Kaiken kaikkiaan MatchMover ei ulkoasua lukuun ottamatta tunnu häviävän kalliimmille träkkäysohjelmille ollenkaan. Träkkien laatu vaikuttaisi olevan hyvää ja ohjelma sisältää kaikki tarvittavat työkalut hyvän träkkäyksen tekemiseen. Datan vienti toimii Autodeskin MatchMoverissa parhaiten testaamistani ohjelmista, mikä toisaalta on ymmärrettävää, sillä käytin sekä träkkäämiseen, että mallintamiseen Autodeskin ohjelmia.

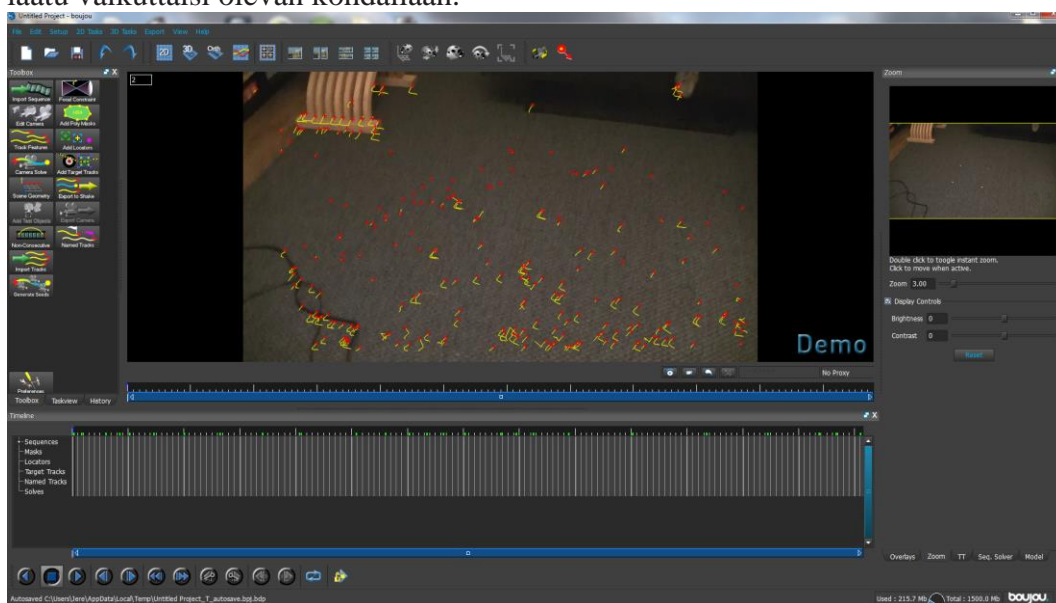


Kuva 15. Autodesk MatchMover käyttöliittymä

3.5 Boujou 5 Demo

Boujou 5 on ammattikäyttöön tarkoitettu träkkäys-ohjelmisto, jonka lisenssien hinnat lähtevät noin tuhannesta eurosta ylöspäin. Vicon, joka Boujouta kehittää, tarjoaa kuitenkin demoversion uusimmasta päivityksestä.

Käyttöliittymä (kuva 16) on erittäin selkeä ja suoraviivainen, tähän menneestä testatuista ohjelmista luultavasti selkein ja helpoin. Käyttöliittymä tarjoaa automaattiasetuksilla, kuvalle suuren alan ruudusta, aikajanan ruudun alaosassa, työkaluvalikon vasemmalla, pienen konsoliruudun vasemmassa alakulmassa, ja tarpeelliset valikot yläpalkin alla. Työkalupalkin napit ovat melko suuria ja jo pelkät kuvat havainnollistavat melko hyvin, mihin kutakin nappulaa käytetään. Viemällä hiiren napin päälle, ilmestyy informatiivinen teksti, siitä mitä nappia painamalla tapahtuu. Ohjelmaan oli helppo päästä sisään, ilman minkäänlaisia ohjeita. Automaattisen träkkäyksen pystyy tekemään noin viidellä hiiren painalluksella. Automaattinen träkkäys toimii melko hyvin jo pelkillä perusasetuksilla, ja träkkien laatu vaikuttaisi olevan kohdallaan.



Kuva 16. Boujou 5 käyttöliittymä

4 Kamera

Kameran merkitystä matchmovingissa ei voi olla korostamatta, sillä juuri kame-roista koko tekniikassa onkin kyse. Kokenut matchmover pystyy kertomaan melko tarkkaan millaisella kameralla kuvattu otos on otettu vain sitä katsomalla ja analysoimalla. Kameran tiedot kannattaa kuitenkin kerätä, mahdollisuuksien mukaan, mahdollisimman tarkasti, sillä nämä saattavat säästää aikaa ja päänvaivaa suurissakin määrissä, mikäli trökkäysmateriaali on edes hieman tavallista haastavampi. (Heinonen, 2010)

4.1 Polttoväli

Kameran objektiiveja kuvataan usein poltonvälin arvolla, mutta polttovälin arvo kertoo myös suoraan objektiivin rakenteesta. Objektiivin polttoväli kertoo taaeman pääpisteen ja polttotason välisen etäisyyden. Erilaiset objektiivit on jaoteltu erilaisiin kuvaustarkoituksiin polttovälin perusteella, ja suurin jako on tehty n.50 mm polttovälin kohdalla. (Heinonen, 2010)

Jos polttoväli on alle 50 mm, voidaan puhua laajakulmaobjektiiveista, joka kertoo siitä, että kuvaan tulee laajempi näkymä. Kuvattava kohde näyttää olevan todellisuutta kauempana ja kuvan syväterävyysalue on suuri. Mikäli polttoväli on noin 50 mm, puhutaan normaaliobjektiiveista. Tällöin objektiivi vastaa kuva-alueelta ja perspektiiviltä suurin piirtein ihmissilmää. Kun polttoväli on 50 mm, puhutaan teleobjektiiveista, jolloin kuvan kenttä kapenee ja kohde saadaan todellisuutta lähemmäs. Suuremmilla polttoväleillä saadaan pienempi syväterävyys. (Heinonen, 2010)

Edellä mainitut polttovälit ovat ns. kinokoon polttovälejä. Digikuvauksessa täytyy ottaa tämän lisäksi huomioon polttovälikerroin, mikä johtuu siitä, että kuvakennon koko on pienempi kuin kinokoon filmiruutu. (Heinonen, 2010)

Oikean polttovälin tietäminen helpottaa matchmoving ohjelmaa sen luodessa virtuaalikameraa. Se vaikuttaa virtuaalikameran kuva-alaan ja perspektiiviin ja väärät arvot saattavat aiheuttaa suuriakin muutoksia lopullisessa virtuaalikamerassa. Alla kaksi kuvaa samasta kohteesta, joissa toisessa kohde on zoomattu lähelle ja toisessa on käytetty dollya, eli kamera on viety lähelle, jolloin polttoväli ei muutu.



Camera is close, zoomed out



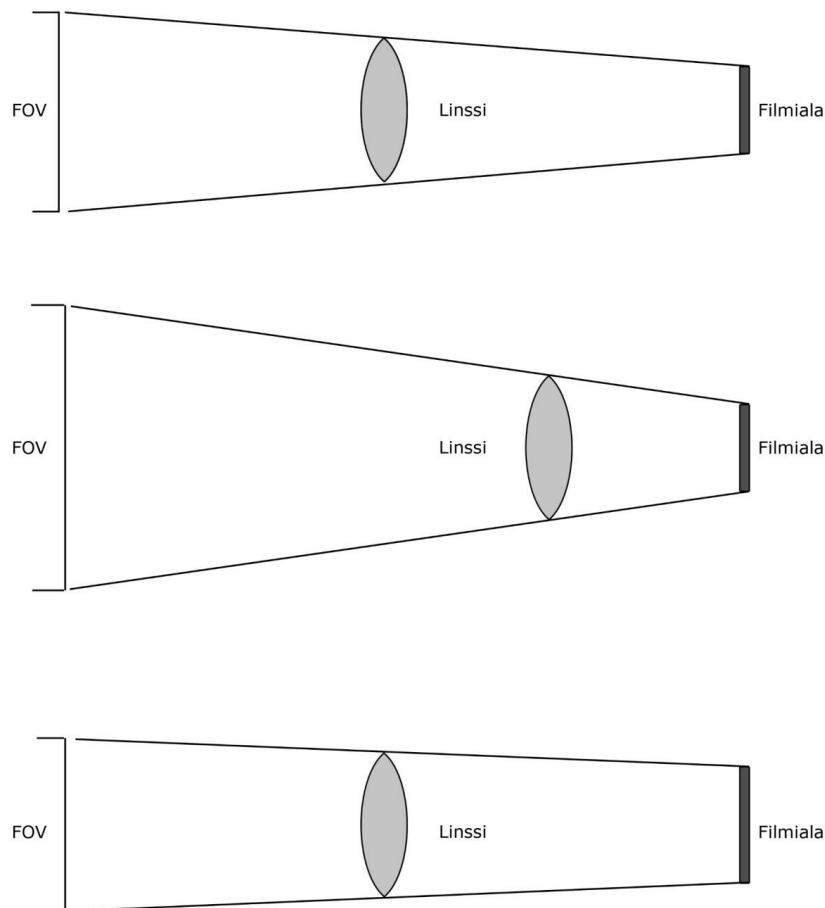
Camera is further away, zoomed in

(Heinonen, 2010)

Kuva 17. Dollyn ja Zoomin ero

4.2 Filmiala ja digi-kennot

Toinen kameran arvo, jolla voidaan parantaa matchmoving-ohjelman prosessia, on filmialan (film back) tai digikuvauksessa kennon koko. Kennon koon ja polttovälin yhteys vaikuttaa suoraan kuva-alaan. Koska suhdetta on kovin vaikea selittää tarkasti, tarkastellaan suhde kuvasta 18. Jos kennon kulmista vedettäisiin suorat viivat vastaaviin äärikohtiin linssillä, muodostuu niiden välille katkaistu kartio, joka määrittää kyseisen linssin kuva-alan. Mikäli muutetaan polttoväliä tai kennon kokoa, muuttuu myös kuva-ala. (Dobbert, 2005)



Kuva 18. Field of view / Kuva-alue

Koska digikameroiden kennoja on suunnaton määrä erilaisia, on turha käsitellä mitään tiettyä mallia. Tärkeämpää on käsitellä kennon ja filmialan suhdetta. Pääasiassa kennotyyppejä on kahta erilaista CCD (Charged-Couple Device) ja myöhemmin kehitetty vaihtoehto CMOS (Complementary Metal-Oxide-silicon), jotka poikkeavat toisistaan tuotantotekniikan perusteella. Tekniikat ovat kuitenkin pohjimmiltaan samantyyppisiä ja molemmissa perinteinen filmi on korvattu kennolla, joka tallentaa valon määrää valoherkälle pinnalle. (Scoble, 2013)

Vaikka olemmekin siirtyneet jo digitaaliselle aikakaudelle, matchmovingohjelmistoissa käytetään edelleen filmialan kokoa, joka on tärkeä ottaa huomioon, kun kuva on otettu digitaalisella videokameralla. Vaikka kenno vastaakin käytännössä samaa asiaa kuin filmi filmikamerassa, niin pitää muistaa, etteivät kennot kuitenkaan ole täysin samankokoisia. Tämä saattaa aiheuttaa päänvaivaa, sillä vaikka tiedetään kennon olevan esimerkiksi 1/3 tuuman CMOS-kenno, täytyy sille löytää tarkat leveys ja korkeusmitat, jotta se saadaan vastaamaan filmin mittoja. Halvempien kameroiden kohdalla oikeiden mittojen selvittäminen saattaa olla tuskallista, sillä niiden internetistä löytyvät tiedot ovat usein vajavaisia, ja ne täytyy laskea itse. Yleisesti käytettyjen kameroiden kohdalla kuitenkin useimmiten kerrotaan polttovälin kohdalla esim. 35mm:n kinovastaavuus: 30,4-304 mm, jolloin saadaan heti selville, että polttoväli kyseisen kennon kanssa vastaa edellä mainittuja mittoja tavallisessa 35 mm:n filmikamerassa. (Scoble, 2013)

Kennojen mitat ja polttovälit saattavat aiheuttaa aluksi paljonkin päänvaivaa. Kun oppii ymmärtämään miten ne toimivat ja niiden suhteen toisiinsa niin filmi- kuin digikuvauksessa, onnistuu tarvittavien tietojen löytäminen hieman vaikeammassakin tapauksissa. Matchmoving-ohjelman voi antaa tehdä trakkäyksen sen tarjoamalla vakioarvoilla ja tämän jälkeen ruveta itse kokeilemalla etsimään parasta mahdollista ratkaisua, mutta asioista tietoinen löytää tarvittavat tiedot heti ja säästää näin kameran säätöön käytettävää aikaa.

5 Case : Matchmoving elokuvakohtauksessa

5.1 Tavoitteet

Tavoitteena on lähteä tekemään lyhyt elokuvakohtaus, yhteistyössä opinnäytetyössään keying-tekniikoita tutkivan Heikki Ahvenaisen kanssa. Tarkoituksena on käsikirjoittaa, kuvata ja editoida lyhyt elokuvakohtaus, jossa käyttäisimme molempien opinnäytetöissä käsiteltäviä tekniikoita ja yrittäisimme tehdä omat osat alueemme mahdollisimman hyvin. Kohtauksen käsikirjoittamisen, kuvaukset ja kompositoinnin suoritamme yhdessä, mutta editointivaiheessa keskitymme molemmat omiin alueisiimme.

5.2 Projektin suunnittelu

Niin kuin kaikissa elokuvaprojekteissa ja yleensäkin videotuotannossa, projekti lähtee liikkeelle siitä, että ideasta tehdään jonkinlainen käsikirjoitus. Näin toimittiin myös tässä projektissa. Aluksi pidimme pari aivorihtä ja keksimme ideoita yksittäiseen elokuvakohtaukseen, jossa voisimme hyödyntää sekä keying-, että matchmoving-tekniikoita. Kun ideoita oli tullut tarpeeksi, rupesimme kasaamaan niistä kuvakäsikirjoitusta, josta käy ilmi kaikki tarvittava kuvakulmista kuvausympäristöön. Tässä tapauksessa pohdimme lähinnä kuvakulmia, koska päädyimme kuvaamaan suurimman osan materiaalista green screeniä vasten, ja näin ollen lopullinen ympäristö tehtäisiin tietokoneella.

Kun olimme tyytyväisiä kuvakäsikirjoitukseen, rupesimme hankkimaan tarvittavat välineet kuvauksia ja editointia varten. Hankkimme green screen-kangasta ja lainasimme koululta kuvaus- ja valaistus laitteiston. Kuvaustilan kanssa oli tulla hieman ongelmia, kun sopivaa kuvauspaikkaa ei ollut löytyä. Lopulta päädyimme käyttämään kuvauksissa yhtä koulun luokkaa, joka oli hieman liian ahdas, mutta jonne kuitenkin pystyimme green-screenit pystyttämään. Viimeisenä valmisteluna tarvitsimme projektiin näyttelijän, johon opiskelukaverimme Riku Luumi suostui.

5.3 Materiaalin kuvaus

Suoritimme kuvaukset kokonaan green screen kangasta vasten, joka poikkesi alkuperäisestä käsikirjoituksesta siten, että ulkona kuvattavat kohtaukset jätettiin

kokonaan pois. Ratkaisussa oli hyvät ja huonot puolensa. Hyvänä puolena todettakoon, että kuvakäsikirjoitusta oli helppo seurata, sillä screeniä vasten lähestulkoon mikä tahansa kuvakulma oli mahdollinen. Huonona puolena mainittakoon tässä vaiheessa, etteivät lopputuloksen saavuttamiseen vaadittavat toimenpiteet olleet vielä kovin tarkkaan selvillä.

Aloitimme siis kuvaukset kasaamalla green screenistä kulmauksen, jossa voitaisiin kuvata kaikki käsikirjoituksen kohtaukset. Kuvauksia varten pystytetty setti näkyy kuvassa 19. Kiinnitin kuvauksissa paljon huomiota markkereitten laittoon ja siihen, että niitä tulisi varmasti riittävä määrä. Tällä estäisin mahdolliset hankaluudet trökkäysvaiheessa. Käytin markkereihin hieman erisävyistä vihreää olevaa teippiä, ja varmistaakseni hyviä trökkäyskohteita, kiinnitin vielä osaan pienemmän mustan teipin. Vihreään teippiin päädyin kokeilunhalusta. Se myös helpottaa mahdollisesti Heikin keying-prosessia, kun kaikkia markkereita ei tarvitse käsin poistaa kohtauksesta. Huomasimme jo kuvatessa, että käyttämässäni teipissä oli melko heijastava pinta, joka saattaisi koitua ongelmaksi. Onneksi tämä kyseinen ongelma ilmeni vain muutamassa markerissa, eikä se aiheuttanut juuri päänvai-
vaa. Kokemuksesta viisastuneena valitsen seuraavalla kerralla markeriksi jotain mattapintaista ja mahdollisimman huonosti heijastavaa materiaalia.



Kuva 19. Green screen setti.

Kun green screen oli saatu pystytettyä ja markerit kiinnitettyä, alkoi tiedon keräys. Kävin mittanauhan kanssa läpi kaiken mahdollisen mitattavan (kuva 20). Aloitin tiettyjen markkereitten välisistä mitoista ja lopuksi mittasin kameran sijainnin

green screenin suhteen. Otin myös ylös kameran tiedot ja säädöt joita kuvatessa oli käytetty. Kun tarvittava tieto oli kerätty, pääsimme aloittamaan itse kuvaukset.

Kuvatessa meillä ei ollut käytössämme minkäänlaisia liikkuvaa kuvausta helpottavia apuvälineitä kuten, stedicamia, kiskoja taikka kameranosturia. Kaikki kuvat oli siis kuvattava joko jalustalta tai käsivaralta. Tietoisina siitä, että tämä saattaisi aiheuttaa motion bluria, yritimme parhaan mukaan pitää liikkeet minimaalisina ja kuvan mahdollisimman vakaana kuvauksissa. Kaikelta motion blurilta emme kyenneet välttymään, mutta saimme eliminoidua sitä melko hyvin. Kun olimme saaneet käsikirjoitukseen suunnitellut kuvat kuvattua, päätimme kokeilla hieman erikoisempia testejä. Niiden aikana jouduimme muutamaa otteeseen pohtimaan, sitä kuinka minimoisimme mahdollisen liikkeiden ja esineiden aiheuttaman occlusionin kuvissa, mutta muita ongelmia kuvausvaiheessa ei juuri tullut ja kuvaukset olivatkin ehkä helpoin osio koko opinnäytetyön tekoprosessissa.



Kuva 20. Mittojen keräämistä kuvauspaikalta

5.4 Matchmoving

Kun kuvaukset oli suoritettu, alkoi projektin työläs vaihe, matchmoving. Työ alkoi kuvattujen videoiden analysoinnista. Kävin läpi jokaisen kuvatun videon ja keräsin ylös kussakin videossa ilmeneviä mahdollisia haittatekijöitä, joita tässä tapauksessa oli lähinnä kameran tärähdykset. Kun materiaali oli käyty läpi, piti valita sopivimmat videot työstettäväksi. Jokaisen videon kohdalla annoin ohjelman suorittaa automaattisen träkkäyksen perusasetuksilla, ja katsoin minkälaista jälkeä se sai aikaiseksi. Tallensin automaattiset träkkäykset myöhempää vertailua varten.

Kun olin todennut automaattisen träkkäyksen jättävän todella runsaan määrän träkkejä, päätin niiden editoimisen sijasta träkätä videot uudestaan manuaalisesti. Näin ainakin träkkien määrä pysyy kohtuullisena ja kaikki träkit ovat tiedossa, joten virheen etsimiseen ei pitäisi kulua niin paljon aikaa. Syötin kameran tiedot ohjelmalle, jotta saisin mahdollisimman hyvän tarkkuuden camera solvea varten. Ensimmäistä manuaalista träkkäystä tehdessä kävi ilmi, ettei käyttökelpoisia markkereita ollut kuvassa kovin monta. Vaikka olin varta vasten koettanut pitää kuvauspaikkaa pystyittäessä huolta siitä, ettei näin kävisi, tekivät mm. occlusion, muutamat heijastukset ja kuvakulmasta johtuva kuvan rajausta monet markkerit träkkäyskelvottomiksi.

Onneksi markkereita kuitenkin riitti ylittämään reilusti ohjelman vaatimat seitsemän träkkiä. Matchmoving-ohjelmat vaativat tietyn määrän träkkejä, jotta ne voivat ylipäättensä suorittaa camera solven eli muodostaa 3D-skenaariota. Joissain ohjelmissa träkkejä tarvitaan 7, kun toiset vaativat 12. Träkkejä tulee kuitenkin olla vaadittu määrä joka frameissa. Eli, mikäli jokin träkki katkeaa frameissa 20, täytyy toisen framen korvata muodostuva aukko tästä eteenpäin. Uutta träkkiä ei kuitenkaan kannata luoda seuraavaan frameen, johon edellinen loppui, vaan se tulisi luoda jo useampi frame aiemmin. Tämä siitä syystä, ettei luotu 3D-kamera tekisi teräviä hyppyjä, jolloin kamera liikkuu eri kohtaan seuraavassa frameissa. Tähän on ratkaisuna ns. porrastus, eli seuraava träkki esitellään ennen kuin edellinen ehtii loppua ja toisinpäin. Kahta träkkiä ei tulisi katkaista samassa kohdassa, eikä kahden träkin tulisi myöskään alkaa samaan aikaan. Tämä saattaa tuottaa joskus pientä päänvaivaa, mutta on huomattavasti parempi ratkaisu kuin äkilliset muutokset kameran liikkeessä.

Träkkejä kuitenkin riitti sen verran, ettei aukkojen paikkailu tuottanut monesti-kaan suurta lisätyötä. Toinen häiriötekijä, jota esiintyi jokaisessa videossa oli motion blur. Sen eliminointi kuvauspaikalla oli kuitenkin onnistunut monessa kuvassa niin hyvin, ettei se tuonut kuin pientä lisätyötä muutaman framen mittaisina jaksoina. Jouduin siis tällaisissa kohdissa siirtämään trækkerit kohteeseen itse. Tällainen on erittäin työlästä ja hidasta puuhaa, mikäli sitä joutuu tekemään jatkuvasti ja pitkille osuuksille.

Kun trakkäys oli suoritettu, oli aika syöttää ohjelmalle kameran tiedot ja kuvauspaikalta kerätyt etäisyydet niin kameran kuin markkereiden suhteen. Tällä pyritään tekemään camera solvesta mahdollisimman tarkka, jotta pienimmätkin liikkeet virtuaalikameran ja alkuperäisen kameran välillä saataisiin synkronoitua. Kun camera solve on tehty ja 3D-skenaario luotu, alkaa ehkä ikävin vaihe matchmovingista, 3D-kalibrointi. Oikeastaan 3D-kalibrointi alkaa ensimmäisestä camera solvesta, jolloin ohjelma luo ensimmäisen 3D-skenaarion. Tämän jälkeen käyttäjä katsoo molempien, siis juuri luodun virtuaalikameran ja alkuperäisessä otossa käytetyn kameran (ohjelmassa 2D-plate), läpi ja yrittää etsiä kohtia, joissa kamerat eivät kulje samassa kohdassa. Mikäli kamerat kulkevat koko pätkän samalla tavalla, on matchmoving tällä selvä, mutta useimmiten käyttäjä valitettavasti joutuu palaamaan takaisin trakkien pariin ja alkaa tehdä niihin parannuksia joko lisäämällä träkkejä taikka etsimällä virheen aiheuttavat trakit ja muokkaamalla niitä.

Omalla kohdallani juuri tähän kalibrointiin kului luultavasti eniten aikaa, mutta kalibrointi kannattaa tehdä huolella, sillä pienetkin virheet saattavat aiheuttaa suuria liike-eroja kameroiden välillä, joka taas lopullisen kompositoinnin yhteydessä rikkoo illuusion.

5.5 3D-Skenaarion luominen

Varsinaiseen elokuvaan tulevan 3D-lavastuksen luominen ei ole matchmoverin työtä, vaan sen tekee erillinen ryhmä, joka on erikoistunut erikoistehosteiden ja 3D-mallien luomiseen. Kuitenkin esimerkiksi pienempien budjettien elokuvissa tai vaikka esimerkiksi mainoskuvauksissa henkilöstömäärät saattavat olla sen verran pieniä, että sekä matchmoving, että efektien ja mallien luonti saattavat olla saman porukan tai henkilön vastuulla. Joka tapauksessa matchmover useimmiten luo karun version malleista, jotta perspektiivit, etäisyydet ja koot ovat valmiita siinä vaiheessa kun 3D-malleja ruvetaan lisäämään videokuvaan. Tästä syystä matchmoverin on syytä tietää 3D-mallinnuksesta sen verran, että pelkistetyn skenaarion luominen ainakin onnistuu.

Tässä projektissa päädyttiin käyttämään valmiita malleja, mutta kuvauspaikasta tehtiin myös pelkistetty 3D-versio. 3D-ympäristön luomiseen käytin Autodeskin 3DS Maxia, jonka käyttö on viime vuosien aikana tullut hyvinkin tutuksi. Pelkistetty 3D-versio kuvauspaikasta oli pelkkä kolmeseinäinen kulmaus, joka esitti kuvauksissa käytettyä green screen-kulmausta. Kohdistin tämän kulmauksen ensiksi oikeaan kohtaan virtuaalikamerassa, jotta lopullisessa videossa käytettävän 3D-ympäristön sijoittaminen onnistui sujuvammin. Tämä oli mahdollista siitä syystä, että tiesin tarkalleen minkä kokoinen se oli ja millä etäisyydellä sen kuului kamerasta olla. Kun lopullinen 3D ympäristö oli paikallaan, suoritettiin ns. renderöinti, eli kuvaukset virtuaalikameralla. Lopputuloksena videopätkä 3D-ympäristöstä.

5.6 Kompositointi

Lopullinen kompositointi, eli eri elementtien yhdistäminen, suoritettiin Adobe After Effectsillä. Tässä projektissa luokkatoverini Heikki hoiti videomateriaalin keyaamisen (johdettu englanninkielisestä sanasta *keying*), joten materiaalit olivat tässä vaiheessa valmiita. Kompositointi ohjelmassa eri elementit sijoitetaan omille layereilleen, eli tasoille, joilla niitä voidaan vielä muokata erillisinä objekteina. Tässä projektissa elementtejä oli vain kaksi, alkuperäinen videomateriaali ja 3D-videomateriaali. Molemmille kuville tehtiin lähinnä värimäärittelyä, jotta molempien sävyt saatiin samankaltaisiksi. Kun kuvien kompositointi on suoritettu, lisätään videoon vielä lopulliset äänet. Tässä projektissa käytimme vain ns. ambient ääniä, eli ympäristöstä kuuluvia ääniä, ja kevyttä musiikkia. Kun kaikki elementit on saatu kohdilleen ja tarvittavat muokkaukset tehty, renderöidään ne yhtenäiseksi videoksi. Ulostulevalla videolla kompositointi ohjelmassa olleet tasot yhdistyvät, joten siinä ei voida enää tehdä yksittäisille elementeille muutoksia. Tässä projektissa kompositoitiin useampi lyhyt pätkä, jotka vielä sen jälkeen liitettiin yhdeksi pitemmäksi videoksi.

6 Pohdinta

Henkilökohtaisesti lähdin tekemään opinnäytetyötä sillä asenteella, että pääsen syventämään tietouttani henkilökohtaisesti kiinnostavaan asiaan. Matchmoving vaikutti juuri sellaiselta asialta. Se liittyi kahteen mielenkiintoiseen aiheeseen, 3D-mallinnukseen ja videoon, ja pystyi jopa luomaan sillan niiden välille. En ennen tämän työn aloittamista tiennyt tekniikasta juuri muuta kuin sen että se on olemassa. Tosin nimitys matchmoving tuli tutuksi vasta kun aloin tekniikkaan perehtyä.

Mielestäni olen työssäni päässyt kohtalaisen hyvin tavoitteisiini, syventyä tekniikkaan ja tehdä oma elokuvakohtaus tekniikkaa hyödyntäen, vaikkakin itse projektin suhteen voisi parannuksia tehdä. Olen kuitenkin tyytyväinen siihen, että perehtyessäni tekniikkaan opin myös arvostamaan koko tiedonkeruuta ja tekniikan opettelua uudella tavalla. Projektin alkuvaiheessa kiinnostukseni oli lähes sataprosenttisesti projektityön tekemisessä. Kuitenkin kun uudesta tekniikasta ja yhdestä osasta pitkää tuotantoprosessia oppii kerralla niin paljon, että opittavaa jäävät vielä runsaat määrät jäljelle, saa se todella kunnioittamaan sitä itseopiskelun määrää, jota tällainen projekti antaa. Olen erittäin tyytyväinen valintaani ja uskoisin tämän työn tekemisen ja sen aikaisen oppimisprosessin antaneen minulle hyvät edellytykset kehittää lisää tietouttani ja taitoani laajemmalti erikoisefektien tuotannossa.

Jälkeenpäin on tietysti helppo sanoa, että monta asiaa olisi voinut tehdä toisin, mutta olen tyytyväinen, etten ihan täysin empinyt kokeilla hieman vaikeampiakin kuvia, vaikeivat kaikki työhön päätyneetkään. Tämä auttoi ymmärtämään tekniikan mahdollisuuksia ja etenkin rajat, joiden puitteissa tekniikkaa täytyy käyttää. Vaikka ehdin ennen itse projektin aloittamista jo lukea, kuinka suuri merkitys suunnitteluvaiheella koko projektin kannalta on, nostaisin sen vielä aivan omaan arvoonsa. Nyt kun tekniikan rajat jotenkin jo ymmärtää, olisi paljon helpompi suunnitella toimivampia ja helpommin työstettäviä kohtauksia projektiin.

Myös kuvauksista opin erittäin paljon. Jatkossa en lähtisi tekemään samoja kompromisseja, joita tätä työtä tehdessä tein ja hankkisin kamera-ajaja varten sille tarkoitetut työvälineet. Vaikka kuvat sinänsä eivät olleet mitään aivan mahdottomia träkkätä, olisi niistä saanut paljon helpommat pienellä lisäpanostuksella. Myös ratkaisu tehdä kaikki screeniä vasten oli träkkäyksen kannalta huono valinta, sillä screeniä vasten kuvattujen kuvien träkkääminen osoittautui paljon haasteellisemmaksi, kuin testaamani träkkäykset tavallisiin videokuviin.

Lähteet

Dobbert, T. 2005. Matchmoving – The Invisible Art of Camera Tracking. California: Sybex

Hornung, E. 2010. The Art and Technique of Matchmoving : Solutions for the VFX Artist. Taylor & Francis Ltd

Verkkolähteet

Andersson technologies LLC, 2013 (viitattu 21.3.2013). Saatavilla:
www.ssontech.com/mmove.htm

Carney, K. 2013. History of 3D Matchmoving (viitattu 21.3.2013). Saatavilla:
<http://home.earthlink.net/~kevincarney/UCLAext/Matchmove/TrackingHistory.html>

Heinonen, M. 2010. Polttoväli (viitattu 21.3.2013). Saatavilla:
<http://digikuvaus.medianurkka.com/?p=170>

Scoblete, 2013. Guide to CCD & CMOS Camcorder Image Sensors (viitattu 21.3.2013). Saatavilla:
http://camcorders.about.com/od/camcorders101/a/cmos_vs_ccd.htm

Kuvalähteet

Kuva 1: http://www.pullin-shapes.co.uk/userimages/etype_matchmove.jpg

Kuva 2:
http://24.media.tumblr.com/tumblr_ktpz77vxZi1qa769eo2_500.jpg

Kuva 3:
http://farm6.staticflickr.com/5301/5620772474_d14d3047a4_z.jpg

Kuva 4: <http://stilllooksfake.files.wordpress.com/2011/06/t1000flames.jpg>

Kuva 5:

[http://images.wikia.com/jurassicpark/images/a/a2/Jurassic_Park_raptors.jp
g](http://images.wikia.com/jurassicpark/images/a/a2/Jurassic_Park_raptors.jpg)

Kuvat 6-16: Jere Virtanen

Kuva 17: [http://www.mediacollege.com/video/shots/images/dolly-
zoom.jpg](http://www.mediacollege.com/video/shots/images/dolly-zoom.jpg)

Kuvat 18 – 20: Jere Virtanen

LIITTEET